**علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره هفدهم، شماره دو، تابستان۹۴**

# رتبه‌بندی عملکرد HSE شرکت‌های گاز با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه

**نبی اله منصوری** [۱]

**شبنم عظیمی حسینی** [۲*]

sh_azimi@ymail.com

**تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۶** **تاریخ پذیرش:۹۱/۷/۲۹**

**چکیده**

**زمینه و هدف :** صنایع نفت و گاز با توجه به کیفیت و کمیت مواد خام، بینابینی و محصولات جانبی و نهایی، هم‌چنین دارابودن سه مشخصه پیچیدگی بالا، قابلیت انعطاف پایین و آسیب‌پذیری زیاد از دیدگاه HSE جزء صنایع بحرانی محسوب شده و بروز یک حادثه در آن می‌تواند از جنبه‌های انسانی، زیست محیطی و اقتصادی فاجعه‌بار باشد. هدف اصلی از این پژوهش ارزیابی کمی شرکت‌های گاز از لحاظ وضعیت عملکرد سیستم مدیریت HSE و رتبه‌بندی آن‌ها به کمک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه بود تا بدین وسیله ضمن نمایان ساختن نکات ضعف و قوت هر یک، انگیزه لازم برای رقابت و ارتقای هر چه بیشتر سطح مدیریت HSE آن‌ها فراهم گردد.

**روش بررسی:** در این تحقیق ضمن بازدیدهای میدانی متعدد از واحدهای مختلف تابعه شرکت ملی گاز ایران، مشاهده فرآیندها و مصاحبه با مدیران و افراد با تجربه در زمینه HSE کلیه پارامترهای دخیل در امور ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست آن‌ها شناسایی و طبقه‌بندی گردید. در گام بعدی شاخص‌های سختی کار در این واحدها تعیین گردید. سپس با استفاده از روش TOPSIS نسبت به وزن‌دهی و امتیازبندی پارامترهای مذکور اقدام گردید و در نهایت ۴ شرکت عمده و مادر انتقال گاز، پالایشگاه، گاز استانی و مهندسی و توسعه که هر یک واحدهای فرآیندی متعددی را در زیرمجموعه خود دارند، ارزیابی کمی شدند.

**یافته‌ها:** نتایج این بررسی جامع نشان داد که شرکت‌های گاز استانی، مهندسی و توسعه، انتقال گاز و پالایشگاه به ترتیب حایز امتیازهای ۰/۷۴، ۰/۵۵، ۰/۴۰ و ۰/۱۹ از یک گردیدند.

**بحث و نتیجه‌گیری:** در این تحقیق به منظور مقایسه عملکرد شرکت‌های گاز ۲۹ شاخص(۲۳ شاخص HSE و ۶ شاخص سختی‌کار) تدوین گردید و از روشTOPSIS (یکی از روش‌های تصمیم گیری چند شاخصه) به منظور رتبه بندی شرکت‌های مذکور استفاده گردید.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص ایمنی، بهداشت و محیط زیست، صنعت گاز، ممیزی، روش تصمیم گیری چند شاخصه، روش TOPSIS.

---

۱- دانشیار دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- کارشناس ارشد مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات تهران*(مسئول مکاتبات).

**مقدمه**

سالانه در جهان ۲۷۰ میلیون حادثه ناشی از کار اتفاق می‌افتد که نزدیک به ۲ میلیون و ۲۰۰ هزار کارگر جان خود را از دست داده، قریب به ۱۶۰ میلیون نفر به بیماری‌های ناشی از کار مبتلا شده و بیش از ۲۶۰ میلیون حادثه منجر به سه روز غیبت کاری اتفاق می‌افتد (۱) که سهم کشورهای جهان سوم (درحال توسعه و یا توسعه نیافته) از این حوادث ، ۳ تا ۴ برابر کشورهای توسعه یافته است و خسارات مالی برآورد شده در سال ۲۰۰۶ میلادی بالغ بر ۱,۲۵۱تریلیون دلار معادل ۴درصد از تولید ناخالص جهانی است (۲) .

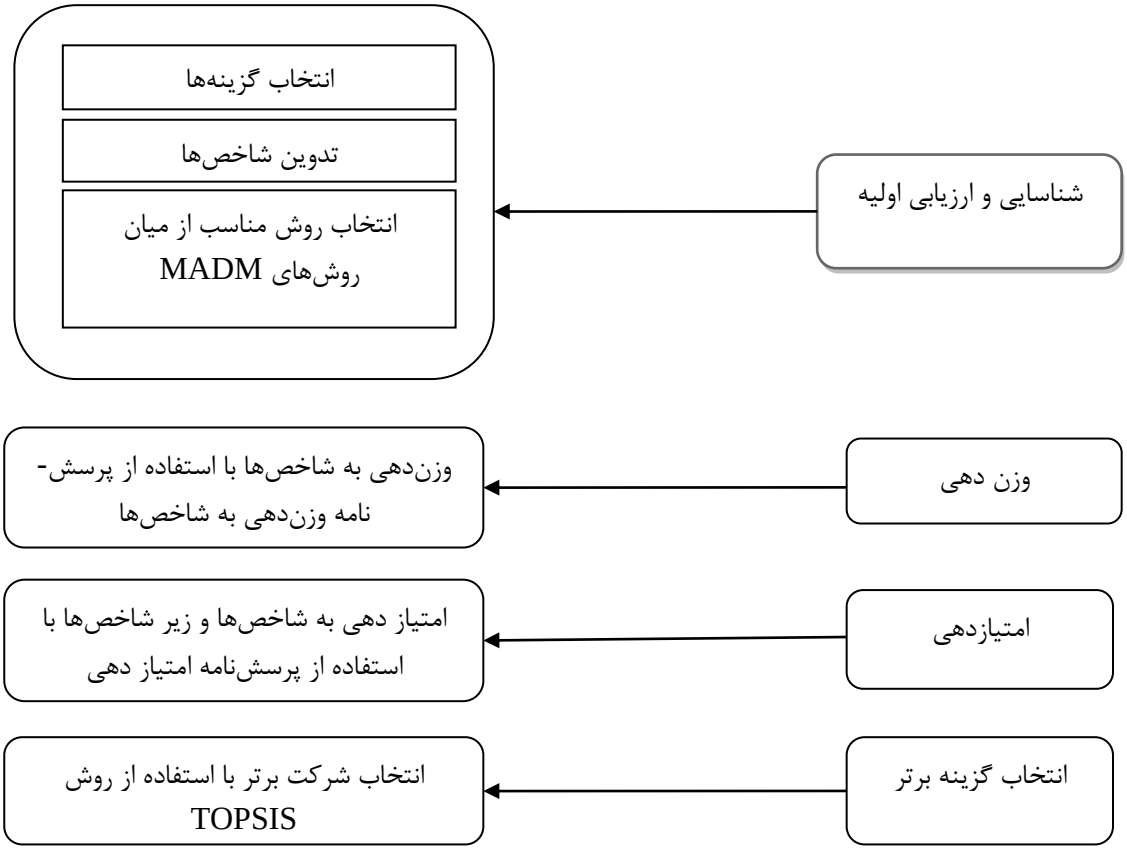
طبق تحقیقات ومحاسبات، بروز حادثه در تاسیسات نفت، گاز و پتروشیمی کشورهای در حال توسعه به‌مراتب گران‌تر و جبران ناپذیرتر از حوادث مشابه در کشورهای توسعه یافته می‌باشد(۳). به عنوان مثال با استفاده از آمارهای منتشره درباره زیان‌بارترین حوادث یک‌صد حادثه سی سال گذشته صنایع هیدروکربور و شیمیایی در جهان، صرفا کافی است که میانگین زیان‌های وارده به هریک از تاسیسات صدمه دیده در کشورهای در حال توسعه را که تقریبا ۵۶ میلیون دلار است را با میانگین زیان‌های وارده به هریک از تاسیسات صدمه دیده در کشورهای توسعه یافته که تقریبا ۳۸ میلیون دلار است را با یکدیگر مقایسه نمود (۴) .

در عصر کنونی، تحولات شگرف دانش مدیریت، وجود نظام ارزیابی را اجتناب‌ناپذیر نموده است. به‌گونه‌ای که فقدان ارزیابی در ابعاد مختلف اعم از ارزیابی استفاده از منابع، امکانات، کارکنان، اهداف و استراتژی‌ها به عنوان یکی از علایم بیماری-های سازمان قلمداد می‌شود. هر سیستمی به منظور آگاهی از میزان مطلوبیت و کیفیت فعالیت‌های خود بلاخص در محیط-های پیچیده پویا، نیاز مبرم به سیستم ارزیابی دارد. از سوی دیگر فقدان وجود سیستم ارزیابی و کنترل در یک سیستم به مبنای عدم برقراری ارتباط با محیط درون و برون سازمانی تلقی می‌گردد که پیامد آن کهولت و نهایتا مرگ سیستم است (۵). در این تحقیق سعی برآن است که با به کارگیری تکنیک‌های جدید و پیشرفته تحقیق در عملیات، عملکرد شرکت‌های گاز کشور در امور HSE ارزیابی و کارآیی آن‌ها اندازه گیری شود؛ به‌گونه‌ای که ضمن رتبه‌بندی آن‌ها نقاط ضعف و علل کارآیی کمتر برخی از واحدها شناسایی و راهکارهایی علمی جهت بهبود وضعیت آن‌ها ارایه شود. از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در ایمنی دریایی، مهندسی هسته‌ای (۶،۷،۸،۹) و دیگر زمینه‌ها استفاده شده است ولی در زمینه رتبه‌بندی شرکت‌ها از لحاظ وضعیت HSE کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند .

**روش بررسی**

برای انجام این تحقیق با مبنا قرار دادن روش تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM[۱])، ابتدا ضمن انجام بازدیدهای میدانی متعدد از واحدهای مختلف تابعه شرکت ملی گاز ایران، مشاهده فرآیندها و مصاحبه با مدیران و افراد با تجربه در زمینه HSE، کلیه شاخص‌های موثر در بخش‌های بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست تدوین و با استفاده از مصاحبه منظم با خبرگان و کارشناسان شرکت ملی گاز به تبیین نهایی آن‌ها و تعیین میزان تأثیر هر یک از شاخص‌ها (وزن آنان ) و هم‌چنین امتیاز مناسب شاخص‌ها پرداخته شد. بدین منظور دو پرسش‌نامه وزن‌دهی و امتیاز دهی به شاخص‌ها تهیه و از خبرگان و افراد صاحب نظر نظرخواهی شد. جامعه آماری این تحقیق ، مدیران و کارشناسان HSE شرکت‌های پالایش گاز ، مناطق عملیات انتقال گاز، شرکت های گاز استانی و شرکت مهندسی و توسعه یودند. مراحل کلی تحقیق در رتبه‌بندی شرکت‌های گاز در شکل زیر مشخص گردیده است .

۱- Multiple Attribute Decision Making




**شکل۱- فرآیند رتبه‌بندی شرکت‌های گاز**

**۲-۱- روش‌های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM[۱]):**

روش‌های تصمیم گیری چند معیاره شامل یک سری از تکنیک‌ها (از جمله جمع وزن ها یا تحلیل های همگرایی) است که اجازه می دهد طیفی از معیارهای وابسته به یک مبحث امتیازدهی و وزن دهی شده و سپس به وسیله کارشناسان و گروه های ذینفع رتبه بندی شوند. این روش‌ها پتانسیل زیادی را برای کاهش زمان و بالا بردن دقت در تصمیم‌گیری‌ها را دارا می‌باشد (۱۰). مدل‌های تصمیم‌گیری مذکور به دو دسته عمده، مدل-های چندهدفه (MODM)[۲] و مدل‌های چندشاخصه (MADM) تقسیم می‌شوند. چنان‌چه مساله مورد ارزیابی، مساله مورد ارزیابی، یک مجموعه محدود از گزینه ها به منظور انتخاب بهترین آن‌ها براساس وزن‌های مربوط به ویژگی های آن گزینه‌ها باشد، این مساله یک تصمیم گیری چند شاخصه می‌باشد. تصمیم گیری چند هدفه به انتخاب بهترین گزینه ها بر مبنای یک سری اهداف کم و بیش ناسازگار سروکار دارد (۱۱) . در واقع مدل‌های چند هدفه برای طراحی به کار گرفته می شوند در حالی که مدل‌های چند شاخصه به‌منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می شوند (۱۲). از آنجایی‌که خروجی مدل‌های تصمیم گیری چند شاخصه اولویت گزینه‌هاست، لذا می‌توان از این روش‌ها به‌منظور رتبه‌بندی شرکت در خصوص یک سری معیار خاص مانند شاخص‌های HSE استفاده نمود .

۲-۲-۱-مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه(MADM) : مدل‌های MADM به منظور انتخاب بهترین گزینه از بین m

۱- Multiple Creteria Decision Making
۲- Multiple Objective Decision Making

گزینه موجود با استفاده از شاخص‌ها و معیارهای تعیین شده به‌کار می‌روند. به عبارت دیگر در این مدل‌ها، تعدادی گزینه، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و در مورد آن‌ها، یک نوع اولویت‌بندی انجام می‌شود . تصمیم گیری چند شاخصه معمولاً توسط ماتریس ذیل فرموله می‌گردد:

**جدول ۱- ماتریس تصمیم‌گیری چند شاخصه**

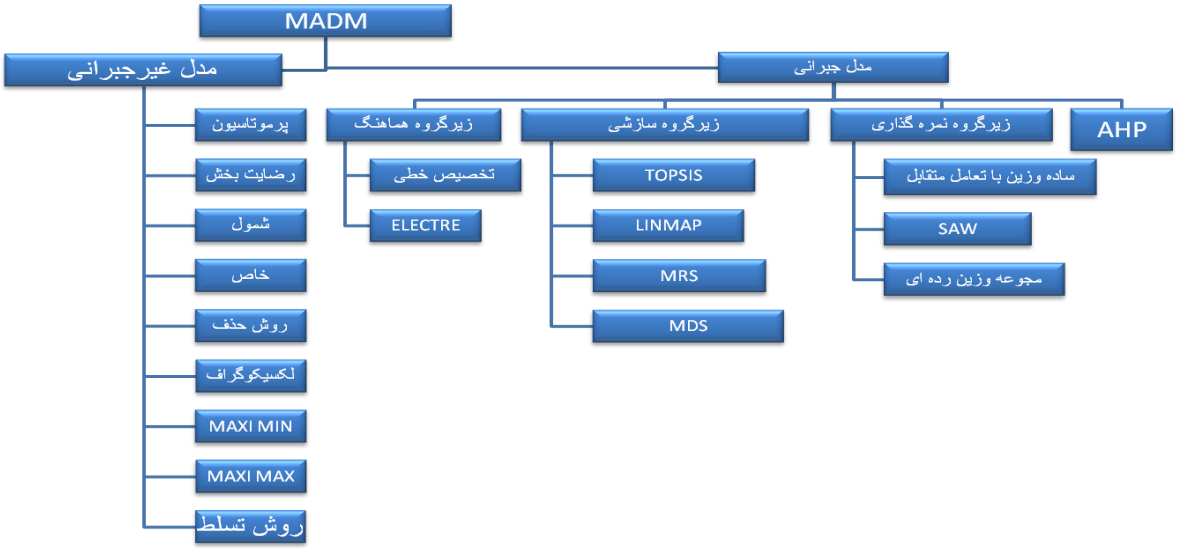
| شاخص / گزینه | $X_1$ | $X_2$ | ..... | $X_n$ |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | $r_{11}$ | $r_{12}$ | . . . | $r_{1n}$ |
| $A_2$ | $r_{21}$ | $r_{22}$ | . . | $r_{2n}$ |
| . | | . | | |
| . | | . | | |
| . | | . | | |
| $A_m$ | $r_{m1}$ | $r_{m2}$ | . . . . | $r_{mn}$ |

به طوری که $A_i$ نشان دهنده گزینه iام ، xj نشان دهنده شاخص jام و rij نشان دهنده ارزش شاخص jام برای گزینه iام می‌باشد (۱) .

به عنوان مثال، در رتبه بندی شرکت‌ها از نظر HSE، به جای گزینه‌ها وضعیت HSE شرکت‌های مختلف و به جای شاخص‌های تصمیم گیری نیز شاخص‌های HSE قرار می-گیرند. دو دسته از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصه برای حل مسایل مطرح هستند:

- مدل غیرجبرانی شامل روش‌هایی است که در آن‌ها مبادله بین شاخص‌ها مجاز نمی‌باشد. یعنی ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود از شاخص دیگر جبران نمی‌گردد.
- مدل جبرانی، که مشتمل بر روش‌هایی است که مبادله بین شاخص‌ها در آن‌ها مجاز است؛ به طورمثال تغییری(حتی کوچک) در یک شاخص می‌تواند توسط تغییری مخالف در شاخص ( یا شاخص‌های) دیگرجبران شود (۶) .

باید توجه داشت که نمی‌توان از روش‌های غیرجبرانی برای مساله رتبه‌بندی شرکت استفاده نمود. زیرا همان طور که اشاره شد در این روش‌ها مبادله بین شاخص‌ها مجاز نیست، در حالی-که در مساله رتبه‌بندی شرکت‌ها، شاخص‌های مختلف بر یکدیگر تاثیر دارند. بنابر این تنها از روش‌های جبرانی می‌توان استفاده کرد. روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصه در نمودار۱ مشخص شده‌اند. استفاده از هر یک از مدل‌های مذکور نیازمند فرضیاتی است که دقیقاً باید رعایت و انتخاب گردند در غیر این صورت منجر به کاربرد نادرست آن مدل می‌شود. از جمله معیارهای انتخاب روش مناسب می‌توان به تاثیر یا عدم تاثیر شاخص‌ها بر یکدیگر، کیفی یا کمی بودن شاخص‌ها، مثبت یا منفی بودن اثر شاخص‌ها، دسترسی یا عدم دسترسی به وزن نسبی شاخص‌ها، نیاز یا عدم نیاز به کسب اطلاعات از تصمیم‌گیرنده در حین فرایند حل مساله و مواردی از این قبیل می باشد (۱).




**نمودار ۱-روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصه**

**۲-۲-۱-۱- روش TOPSIS:**

در این تحقیق با توجه به توانایی‌ها و خصوصیات ویژه و با رعایت الزامات فوق، روش TOPSIS برای انجام این مطالعه انتخاب گردید از خصوصیات روش TOPSIS می توان به توان مدل در دخالت توام معیارهای کیفی و کمی در بهینه‌سازی، بیان کمی اولویت گزینه‌ها، در نظر گرفتن تضاد و تطابق بین شاخص‌ها، تحلیل معیارهای تصمیم‌گیری از نوع متضاد مانند هزینه و فایده (۱۱)، سادگی و سرعت عملیات، و اختصاصی بودن آن برای الویت‌بندی گزینه‌ها اشاره نمود. زاناکیس و همکارانش با توجه به شبیه‌سازی مقایسه‌ای که بر روی هشت گروه مدل‌های جبرانی ارزیابی چند معیاره انجام دادند، روش TOPSIS را دارای کمترین نقص در رتبه‌بندی آلترناتیوها ارزیابی کردند(۱۳) . در این روش m گزینه به وسیله n شاخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. که در این تحقیق ۲۹ شاخص (۲۳ شاخص اصلی و ۶ شاخص سختی کار) درنظر گرفته شده است و منظور از گزینه‌ها شرکت‌های پالایش گاز، مناطق عملیات انتقال گاز، شرکت های گاز استانی و مجریان طرح‌های شرکت مهندسی و توسعه گاز می‌باشند.

**۱- یافته‌ها:**

**۳-۱-مراحل اجرای الگوریتم TOPSIS:**

۳-۱-۱-تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس n شاخص و m گزینه و تبدیل معیارهای کیفی به کمی، که در این تحقیق ۲۹ شاخص و ۴ گزینه وجود دارد:

$$Aij = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ . & & . \\ . & & . \\ . & & . \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{mn} \end{pmatrix}$$

ماتریس (۱)

**۳-۱-۲-استاندارد نمودن داده‌ها و تشکیل ماتریس استاندارد:**

$$r_{ij} = \frac{Xij}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} Xij^2}}$$

فرمول(۱)

$$Rij=\begin{pmatrix} r_{11} & r_{12}\cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{2n} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mn} \end{pmatrix}$$

ماتریس(۲)

فرمول ۱ در مواردی‌که شاخص‌های در نظر گرفته دارای یک بعد خاص نباشند، کاربرد دارد و به دلیل آن‌که در این تحقیق برای داده‌ها از حدود مشخص(طیف لیکرت) استفاده شد و مجموع امتیازها برای هریک از شاخص‌ها برابر با یک است، نیازی به استفاده از فرمول فوق نمی‌باشد.

**۳-۱-۳-تعیین وزن هریک از شاخص ها و ضرب وزن هر شاخص در امتیاز آن :**

زمانی که داده‌های یک ماتریس تصمیم‌گیری به طور کامل مشخص باشد و تصمیم گیرنده بخواهد با توجه به این داده‌ها، اوزان شاخص‌ها را محاسبه نماید، از تکنیک آنتروپی شانون می‌توان برای وزن‌دهی به شاخص استفاده نمود(۱۱) . اساس این روش بر این پایه استوار است که هر چه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است که در این راستا شاخص‌های دارای اهمیت بیشتر، از وزن بالاتری نیز برخوردارند. شایان ذکر است که مجموع اوزان به دست آمده برای شاخص‌های مـــورد نظر تصمیم گیرنده باید برابر با یک باشد، به عبارت ساده تر :

$$\sum_{j=1}^{n} W_{=1} \rightarrow \quad (\forall j= 1,2,..n..)j \qquad \text{فرمول(۲)}$$

و سپس وزن هر معیار، در ستون مربوط به آن معیار در ماتریس نرمال شده، ضرب می‌شود. نتایج نهایی وزن و امتیازهای شاخص‌ها در جداول ۳و ۴ مشخص گردیده است.

**جدول ۳- شاخص‌های HSE، وزن و امتیاز نهایی آن‌ها**

| شاخص‌های HSE | وزن( اهمیت شاخص‌ها) | | | | امتیاز نهایی |
|---|---|---|---|---|---|
| | پالایشگاه‌ها | انتقال گاز | گاز استانی | مهندسی و توسعه | |
| **۱- مشارکت مدیریت در امور HSE :** | | | | | |
| حضور در جلسات | ۰/۰۱۸۷۵۴۷۰۸ | ۰/۰۱۸۹۰۴۳۷۷ | ۰/۰۲۳۴۸۹۷۸۲ | ۰/۰۲۱۰۹۶۴۸۳ | ۰/۰۰۸۶۹۶۴۹۷ |
| بودجه و پشتیبانی مالی | ۰/۰۲۰۸۷۵۹۱۴ | ۰/۰۲۰۳۵۷۹۱۹ | ۰/۰۱۹۵۶۱۳۴۶ | ۰/۰۲۳۴۳۵۰۸ | ۰/۰۱۶۸۴۴۱۸۲ |
| ارتباط مدیریت با کارکنان | ۰/۰۱۹۰۲۴۳۴۸ | ۰/۰۱۹۱۵۶۲۳۵ | ۰/۰۲۱۹۳۹۷۴۳ | ۰/۰۲۰۹۴۵۴۳۵ | ۰/۰۰۸۶۷۸۰۳۶ |
| **۲- برنامه های HSE:** | | | | | |
| برنامه‌های کوتاه مدت | ۰/۰۱۸۷۲۰۱۸۷ | ۰/۰۱۷۸۶۱۸۳۶ | ۰/۰۲۰۱۰۸۸۶۹ | ۰/۰۱۸۴۶۸۶۹۶ | ۰/۰۱۸۴۶۰۶۷۶ |
| برنامه‌های بلندمدت | ۰/۰۱۸۲۱۶۲۶۸ | ۰/۰۱۸۷۹۸۶۲۲ | ۰/۰۱۹۸۴۶۰۲۱ | ۰/۰۲۳۳۸۵۲۵۳ | ۰/۰۱۸۴۶۰۶۷۶ |
| **۳-تشکیلات HSE در سازمان:** | | | | | |
| وجود واحد مستقل HSE | ۰/۰۲۱۱۳۹۱۸۳ | ۰/۰۲۱۷۵۵۹۰۸ | ۰/۰۲۴۸۶۱۶۴۵ | ۰/۰۲۳۹۱۷۵۳۱ | ۰/۰۱۱۲۱۲۸۷۲ |
| تعداد کارشناسانHSE | ۰/۰۱۸۴۱۹۲۲۶ | ۰/۰۱۸۷۷۱۰۴۵ | ۰/۰۱۹۸۷۹۷۸۹ | ۰/۰۱۸۰۶۳۸۲ | ۰/۰۲۸۸۷۵۳۱۶ |
| تخصص مرتبط کارشناسان | ۰/۰۱۸۸۹۰۶۳۶ | ۰/۰۲۰۸۲۲۳۰۹ | ۰/۰۲۰۶۳۳۵۴۲ | ۰/۰۲۳۴۷۵۹۴۴ | ۰/۰۱۸۷۴۹۱۲۹ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| تعیین مسئولیت ها و وظایف | ۰/۰۱۸۵۹۸۴۰۱ | ۰/۰۲۰۳۶۴۵۶۴ | ۰/۰۲۳۸۸۷۰۶۶ | ۰/۰۲۳۷۹۸۹۱۷ | ۰/۰۰۸۹۶۱۷۲۶ |
| کمیته فنی HSE و جلسات آن | ۰/۰۱۷۵۹۶۹۱ | ۰/۰۱۸۸۹۰۸۵۸ | ۰/۰۲۰۴۱۲۸۱۳ | ۰/۰۲۲۰۴۰۲۱۷ | ۰/۰۰۸۹۲۰۴۹۲ |
| وجود مدیریت تغییر | ۰/۰۱۸۵۱۷۳۶۷ | ۰/۰۱۷۱۷۴۲۶۱ | ۰/۰۱۸۸۴۴۲۴ | ۰/۰۲۰۰۰۷۶۱۱ | ۰/۰۱۵۴۶۴۴۰۹ |
| **۴- مستند سازی اسناد HSE** | ۰/۰۲۰۴۵۸۹۵۲ | ۰/۰۱۸۲۸۰۷۳۲ | ۰/۰۱۹۵۵۷۸۲۲ | ۰/۰۲۱۷۸۷۴۰۴ | ۰/۰۱۷۷۷۴۸۲ |
| **شاخص‌های HSE (ادامه)** | **وزن( اهمیت شاخص‌ها)** | | | | **امتیاز نهایی** |
| | **پالایشگاه‌ها** | **انتقال گاز** | **گاز استانی** | **مهندسی و توسعه** | |
| **۵-آموزش و فرهنگ:** | | | | | |
| برنامه‌های آموزشیHSE | ۰/۰۲۰۱۵۸۵۰۸ | ۰/۰۲۰۶۴۰۴۵۱ | ۰/۰۱۹۸۲۱۲۳۸ | ۰/۰۲۱۸۰۱۳۳۴ | ۰/۰۱۸۵۳۹۵۴۵ |
| اجرای برنامه‌های آموزشی | ۰/۰۲۱۳۶۴۱۹۷ | ۰/۰۲۱۰۶۹۴۲۲ | ۰/۰۲۲۲۶۶۴۴۹ | ۰/۰۲۱۲۷۱۸۲۳ | ۰/۰۱۶۳۷۶۸۸۲ |
| برگزاری همایش HSE | ۰/۰۱۳۹۲۷۱۷ | ۰/۰۱۷۱۰۲۰۶ | ۰/۰۱۹۱۹۲۲۲۵ | ۰/۰۱۷۳۶۲۲۸۴ | ۰/۰۰۷۴۶۲۴۹۱ |
| تالیف و ترجمه و مسابقات | ۰/۰۱۴۹۵۳۹۵۷ | ۰/۰۱۵۷۹۹۴۵۸ | ۰/۰۱۷۵۱۴۸۴۴ | ۰/۰۱۷۸۰۷۷۵۵ | ۰/۰۰۶۸۰۸۵۰۹ |
| اجرای پژوهش HSE | ۰/۰۱۵۹۵۱۵۳۶ | ۰/۰۱۵۲۲۷۶۰۷ | ۰/۰۱۷۸۵۴۱۱۶ | ۰/۰۱۹۳۱۲۴۵۱ | ۰/۰۰۷۴۳۰۷۹۶ |
| **۶-پیمانکاران:** | | | | | |
| وجود دستورالعمل ارزیابی پیمانکاران از دیدگاه HSE | ۰/۰۱۸۳۰۹۴۱ | ۰/۰۲۰۹۵۳۹۵ | ۰/۰۲۳۱۷۵۵۵۳ | ۰/۰۲۳۱۷۲۶۵۱ | ۰/۰۱۷۵۷۸۶۲۶ |
| پایش امورHSE پیمانکاران | ۰/۰۱۷۶۱۸۹۹۱ | ۰/۰۲۰۴۵۱۳۵ | ۰/۰۲۲۲۷۱۳۸۹ | ۰/۰۲۲۵۸۸۴۵۹ | ۰/۰۲۸۵۴۷۵۸۸ |
| **۷-ارزیابی عوامل زیان آورHSE:** | | | | | |
| انجام ارزیابی ریسک | ۰/۰۲۰۱۱۰۵۶۶ | ۰/۰۲۱۰۵۳۴۴۴ | ۰/۰۲۱۹۷۰۱۳۸ | ۰/۰۲۲۹۹۲۱۸۳ | ۰/۰۱۰۰۷۸۲۸۸ |
| ارزیابی عوامل زیان آور | ۰/۰۱۸۰۴۱۱۹۱ | ۰/۰۲۰۴۹۷۷۲۳ | ۰/۰۲۱۶۰۶۳۱۶ | ۰/۰۲۲۴۵۰۹۹۹ | ۰/۰۰۹۲۷۷۵۲۹ |
| **۸-کنترل عوامل زیان آور HSE:** | | | | | |
| کنترل های مدیریتی | ۰/۰۱۹۳۲۵۷۰۴ | ۰/۰۱۷۸۴۶۱۲۳ | ۰/۰۱۹۹۹۳۰۱۷ | ۰/۰۲۱۱۴۸۰۱۷ | ۰/۰۰۸۱۷۷۲۷۵ |
| کنترل های مهندسی | ۰/۰۲۱۱۳۱۶۶۹ | ۰/۰۱۸۲۵۱۶۳۳ | ۰/۰۲۰۲۳۹۴۵۵ | ۰/۰۲۱۸۴۷۰۴۲ | ۰/۰۳۵۵۵۵۴۱۹ |
| **۹- معاینات شغلی** | ۰/۰۱۹۸۷۵۴۲۵ | ۰/۰۱۹۶۳۶۷۰۱ | ۰/۰۲۲۶۷۶۷۶۸ | ۰/۰۱۸۰۷۴۷۴۱ | ۰/۰۳۷۷۵۶۶۲۱ |
| **۱۰-مدیریت بحران:** | | | | | |
| داشتن برنامه مدیریت بحران | ۰/۰۲۰۱۹۰۴۶۲ | ۰/۰۱۸۵۰۴۵۹ | ۰/۰۲۲۰۷۶۶۴۷ | ۰/۰۲۲۰۹۹۰۸۵ | ۰/۰۲۶۷۷۱۸۵۱ |
| انجام مانورهای HSE | ۰/۰۲۰۲۴۰۹۷۷ | ۰/۰۱۹۵۱۱۴۲۷ | ۰/۰۱۹۸۰۳۲۲۳ | ۰/۰۲۰۰۰۵۳۶۶ | ۰/۰۲۷۸۴۵۴۹۷ |
| پیش‌بینی تجهیزات و پناهگاه اضطراری | ۰/۰۱۸۰۷۴۴۹۲ | ۰/۰۱۸۰۵۷۹۸۷ | ۰/۰۱۹۰۲۵۳۸ | ۰/۰۲۰۷۱۱۶۵۲ | ۰/۰۰۹۰۷۱۴۲۵ |
| آموزش بحران و حوادث | ۰/۰۱۸۴۷۱۰۹۹ | ۰/۰۱۹۳۰۶۸۰۸ | ۰/۰۲۱۴۲۳۵۰۲ | ۰/۰۲۰۲۱۱۹۳۷ | ۰/۰۰۹۱۹۸۳۹۳ |
| **۱۱-حوادث:** | | | | | |
| ضریب تکرار حادثه | ۰/۰۱۸۵۹۰۸۷۳ | ۰/۰۱۷۰۲۹۳۶۶ | ۰/۰۲۲۰۶۸۸۹ | ۰/۰۲۰۵۶۴۲۳۳ | ۰/۰۴۴۴۴۰۷۷۹ |
| ضریب شدت حادثه | ۰/۰۱۸۰۹۰۷۱۹ | ۰/۰۱۸۲۳۰۲۱۹ | ۰/۰۲۱۴۴۹۴۸۲ | ۰/۰۱۹۳۲۷۸۳۱ | ۰/۰۰۸۴۸۵۷۲۲ |
| ضریب هزینه حوادث | ۰/۰۱۷۰۴۹۷۹۱ | ۰/۰۱۶۸۳۷۵۳۹ | ۰/۰۲۱۰۰۸۳۵۲ | ۰/۰۱۸۲۰۶۷۴۸ | ۰/۰۰۸۸۰۱۶۱۶ |
| تجزیه و تحلیل رویدادها | ۰/۰۱۹۵۶۲۴۵۵ | ۰/۰۱۸۷۲۷۶۷۳ | ۰/۰۱۹۶۸۲۵۴۶ | ۰/۰۱۹۵۸۲۳۲۴ | ۰/۰۰۹۲۷۷۸۵۳ |
| پیشگیری از وقوع رویدادها | ۰/۰۲۰۴۲۳۴۳۸ | ۰/۰۲۰۱۸۶۴۵۲ | ۰/۰۲۱۵۷۴۷۶۲ | ۰/۰۱۷۹۳۵۸۹۱ | ۰/۰۰۹۳۸۹۸۶۶ |
| **۱۲- داشتن گواهینامه‌ها** | ۰/۰۱۵۸۵۵۴۱۴ | ۰/۰۱۹۶۲۷۸۴۷ | ۰/۰۱۸۲۳۹۸۸۴ | ۰/۰۱۵۴۵۳۸۸۲ | ۰/۰۶۲۸۷۵۳۲۳ |
| PTW-**۱۳** | ۰/۰۲۰۲۳ | ۰/۰۲۲۳۹ | ۰/۰۲۲۵۳ | ۰/۰۲۰۴۷۸ | ۰/۰۱۰۹۳۵۷۵۷ |
| **۱۴-فضای سبز:** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| کمیت فضای سبز | ۰/۰۱۷۹۶۱۷۸۳ | ۰/۰۱۸۰۹۸۷۳۹ | ۰/۰۱۹۶۶۴۶۸۲ | ۰/۰۱۶۴۷۳۵۶۴ | ۰/۰۰۹۱۹۹۶۵۳ |
| کیفیت فضای سبز | ۰/۰۱۷۴۷۵۵۲۳ | ۰/۰۱۷۲۹۰۵۱۶ | ۰/۰۱۷۹۸۵۱۸۲ | ۰/۰۱۶۵۶۵۵۲۲ | ۰/۰۱۶۴۱۴۶۶۹ |
| سیستم آبیاری فضای سبز | ۰/۰۱۶۳۷۶۶۱۶ | ۰/۰۱۶۹۳۴۲۵۹ | ۰/۰۱۸۱۰۸۳۴۶ | ۰/۰۱۴۲۸۹۲۵۶ | ۰/۰۱۸۶۴۱۵۲۸ |
| **شاخص‌های HSE(ادامه)** | **وزن( اهمیت شاخص‌ها)** | | | | **امتیاز نهایی** |
| | **پالایشگاه‌ها** | **انتقال گاز** | **گاز استانی** | **مهندسی و توسعه** | |
| **۱۵-عدم رویداد محیط زیستی در سه سال گذشته** | ۰/۰۱۶۳۴۰۴۹۵ | ۰/۰۱۵۶۸۱۰۳۸ | ۰/۰۱۹۹۰۳۹۷۶ | ۰/۰۱۶۷۸۲۰۲۶ | ۰/۰۳۳۸۶۴۰۰۷ |
| **۱۶- ارزیابی زیست محیطی** | ۰/۰۱۷۰۰۰۸ | ۰/۰۱۷۶۳۳۷ | ۰/۰۱۸۶۷۸۳ | ۰/۰۱۸۷۰۱۱ | ۰/۰۲۳۵۵۳۹۵۵ |
| **۱۷-انرژی:** | | | | | |
| سرانه مصرف انرژی | ۰/۰۱۷۲۹۵۶۴۸ | ۰/۰۱۸۰۳۲۸۹ | ۰/۰۲۰۹۹۰۵۱۸ | ۰/۰۱۸۸۷۲۲۹۳ | ۰/۰۰۸۸۶۲۱۲۲ |
| انجام مطالعات ممیزی انرژی | ۰/۰۱۵۸۶۰۸۹۸ | ۰/۰۱۶۴۵۰۲۹۲ | ۰/۰۱۷۶۲۳۶۱۵ | ۰/۰۱۸۸۲۶۴۳۵ | ۰/۰۰۷۸۹۵۷۴۶ |
| پیشگیری از اتلاف انرژی | ۰/۰۱۴۸۳۹۹۳۴ | ۰/۰۱۶۸۳۱۳۲۸ | ۰/۰۱۸۲۱۹۷۳۳ | ۰/۰۱۸۹۴۴۴۵۳ | ۰/۰۱۶۲۷۴۶۹۲ |
| **۱۸-سرانه مصرف آب** | ۰/۰۱۵۴۵۳۵۵۴ | ۰/۰۱۶۷۱۲۹۱۴ | ۰/۰۲۰۵۵۱۲۷ | ۰/۰۱۸۸۳۹۱۰۹ | ۰/۰۲۱۶۸۶۱۹۶ |
| **۱۹-مدیریت پسماند** | ۰/۰۱۸۲۵۰۲۶۹ | ۰/۰۱۷۲۳۵۴۸ | ۰/۰۱۸۸۳۶۸۶۸ | ۰/۰۲۰۳۴۳۱۱۳ | ۰/۰۵۵۷۸۳۰۳۳ |
| **۲۰-مدیریت پساب** | ۰/۰۱۷۷۰۹۴۸۷ | ۰/۰۱۷۰۷۹۳۸۲ | ۰/۰۲۰۲۱۰۸ | ۰/۰۲۰۱۲۸۰۸۹ | ۰/۰۳۵۹۵۳۵۰۶ |
| **۲۱-مدیریت آلاینده های** | ۰/۰۱۸۲۴۹۸۱ | ۰/۰۱۹۱۳۳۲۳ | ۰/۰۲۰۳۵۹۹۱۲ | ۰/۰۲۰۹۶۴۶۱۹ | ۰/۰۴۵۵۱۱۱۳ |
| **۲۲-مدیریت آلودگی خاک** | ۰/۰۱۷۸۷۴۱۳۴ | ۰/۰۱۸۴۲۶۷۱۸ | ۰/۰۱۹۷۰۶۳۱۷ | ۰/۰۱۸۶۹۶۷۵۹ | ۰/۰۷۵۳۸۲۹۷۵ |
| **۲۳- مدیریت آلودگی صوتی** | ۰/۰۱۵۱۰۵۲۲۹ | ۰/۰۱۷۵۳۶۵۹۹ | ۰/۰۱۸۶۷۳۶۲۶ | ۰/۰۱۸۵۲۰۱۱ | ۰/۰۱۷۰۱۸۰۴۴ |

با توجه به متفاوت بودن شرایط کاری در شرکت‌های مورد ارزیابی و تاثیر شرایط و موقعیت کاری بر هریک از شاخص‌های فوق، به منظور ارزیابی صحیح وضعیت HSE شرکت‌های مختلف لازم است شاخص‌های سختی کار لحاظ گردد که در این تحقیق شاخص‌های سختی کار نیز به صورت جدول ۴ تدوین گردیده است.

**جدول ۴- شاخص‌های سختی کار، وزن و امتیاز نهایی آن‌ها**

| **شاخص‌های سختی کار** | **وزن( اهمیت شاخص‌ها)** | | | | **امتیاز نهایی** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **پالایشگاه‌ها** | **انتقال گاز** | **گاز استانی** | **مهندسی و توسعه** | |
| میزان تولید / میزان انتقال | ۰/۰۱۷۹۹۱۵۹۸ | ۰/۰۱۵۳۲۱۰۶۷ | - | - | ۰/۰۰۹۷۹۰۴۱۸ |
| میزان $H_2S$ گاز ورودی | ۰/۰۱۸۰۵۶۱۳۴ | - | - | - | ۰/۰۰۹۶۴۷۰۰۱ |
| شرایط آب و هوایی | ۰/۰۱۷۶۱۹۲۱ | ۰/۰۱۸۵۳۷۵۲۹ | - | - | ۰/۰۰۹۴۲۸۴۲ |
| دوری از مراکز استان | ۰/۰۱۶۷۲۹۷۵۵ | ۰/۰۱۸۴۸۲۸۷۱ | - | - | ۰/۰۰۸۸۶۸۸۱۳ |
| پروژه‌های صنعتی(میلیارد) | ۰/۰۱۷۷۳۶۲۶۲ | ۰/۰۱۵۲۹۷۳۸۱ | - | ۰/۰۱۸۲۲۴۳۳۲ | ۰/۰۰۹۲۰۶۲۷۷ |
| تعداد مجوزهای کار گرم | ۰/۰۱۹۳۱۲۸۰۷ | ۰/۰۲۱۲۰۵۰۷۷ | - | - | ۰/۰۰۹۶۵۱۰۶۸ |

**۳-۱-۴-تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی:**

ایده‌آل مثبت برای شاخص‌های مثبت، بزرگ‌ترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی، کوچک‌ترین مقادیر است و ایده‌آل منفی برای شاخص‌های مثبت، کوچک‌ترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی بزرگ‌ترین مقادیر است.

$$A^{+} = \{(\max V_{ij}|j\epsilon J) , (\min V_{ij}|j\epsilon J') \mid i=1,2,\ldots m\}=\{V_1^{+},V_2^{+},\ldots,V_n^{+}\}$$

فرمول(۴و۳)

$$A^{-} =\{(\min V_{ij} \mid j\epsilon J) , (\max V_{ij} \mid j\epsilon J') \mid i= 1,2,..m\} = \{V_1^{-}, V_2^{-},\ldots V_n^{-}\}$$

J: معیارهای از جنس سود  J': معیارهای از جنس هزینه

**جدول ۵- تعیین ایده آل مثبت و منفی شاخص‌ها**

| شاخص ها | مشارکت مدیریت | | | برنامه های HSE | | تشکیلات HSE | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A*&A⁻ | ارتباط مدیریت با کارکنان | اختصاص منابع | حضور در جلسات | برنامه های بلند مدت | برنامه های کوتاه مدت | وجود واحد مستقل HSE | ..... |
| A*(MAX) | ۰/۰۰۰۱۹۰۳۹ | ۰/۰۰۰۳۹۴۷ | ۰/۰۰۰۲۰۴۲ | ۰/۰۰۰۴۳۱۷ | ۰/۰۰۰۳۷۱۲ | ۰/۰۰۰۲۷۸۷ | .... |
| A⁻ (MIN) | ۰/۰۰۰۱۶۵۰۹ | ۰/۰۰۰۳۲۹۴ | ۰/۰۰۰۱۶۳۱ | ۰/۰۰۰۳۳۶۲ | ۰/۰۰۰۳۲۹۷ | ۰/۰۰۰۲۳۷۰ | ..... |
| ادامه این جدول، برای ۲۳ شاخص ایده آل مثبت و منفی دیگر نیز مطابق با روش ذکر شده ، انجام شده است. | | | | | | | |

**۳-۱-۵- تعیین معیار فاصله‌ای برای گزینه ایده‌آل ($S_i^{+}$) و گزینه حداقل ($S_i^{-}$) :**

فاصله هندسی تک تک گزینه‌ها را نسبت به $A^{-}$ و $A^{+}$ براساس فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود:

فرمول( ۵)

$$S_{i^{+}} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij} - V_{i^{+}})^2} \qquad S_{i^{-}} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij} - V_{i^{-}})^2}$$

**جدول ۶ –فاصله هندسی گزینه‌ها**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Si-۱ | ۰/۰۰۰۱۸۴۲۹۳ | Si+۱ | ۰/۰۰۰۷۶۵۳۴۳ |
| Si-۲ | ۰/۰۰۰۳۱۰۸۱۱ | Si+۲ | ۰/۰۰۰۴۶۸۴۰۶ |
| Si-۳ | ۰/۰۰۰۵۲۱۱۸۹ | Si+۳ | ۰/۰۰۰۱۸۵۹۸۹ |
| si-۴ | ۰/۰۰۰۴۴۳۳۸۲ | Si+۴ | ۰/۰۰۰۳۶۹۱۰۲ |

**۳-۱-۶- تعیین ضریبی برای هریک از گزینه‌ها :**

که برابر است با فاصله گزینه حداقل($S_i^-$) تقسیم برمجموع فاصله حداقل ($S_i^-$) و فاصله گزینه ($S_i^+$) که آن را با ($C_i$) نشان داده، از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$Ci=\frac{Si^-}{Si^+ + Si^-} \quad 0 < Ci < 1 \qquad \text{فرمول(۶)}$$

هرچه $C_i$ برای گزینه‌ای بیشتر باشد، این گزینه رتبه بالاتری را نسبت به سایر گزینه‌ها خواهد داشت.

زیرا بدترین حالت، $A_i$ بر روی $A^-$ قرار دارد و $C_i=0$ می‌شود و در بهترین حالت، $A_i$ بر روی $A^+$ قرار دارد و $C_i=1$ است.

با توجه به آنکه شرکت‌های زیرمجموعه چهارگروه پالایش، انتقال، گازرسانی و مجریان طرح‌های مهندسی و توسعه دارای تنوع بسیار هستند و هم‌چنین طبق توافق صورت گرفته، هدف از این تحقیق صرفا معرفی کاربرد روش TOPSIS در رتبه‌بندی چهارگروه فوق الذکر می‌باشد، لذا از انجام آنالیز برای زیرمجموعه‌های هرشاخه خودداری شده و با توجه به قابلیت انعطاف‌پذیری مدل ارایه شده، انجام رتبه‌بندی شرکت‌های تابعه قابل انجام می‌باشد.

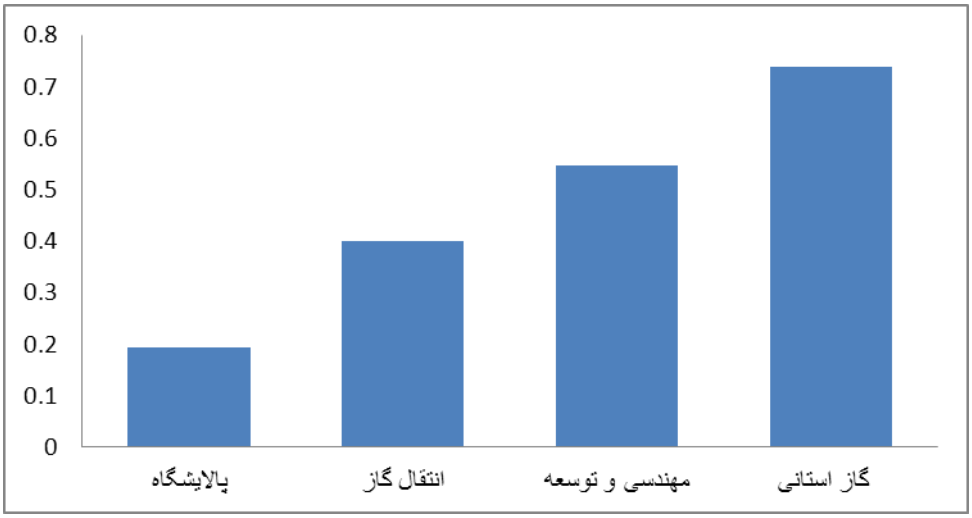
در جدول ۷ رتبه بندی شرکت‌ها مشخص شده است و همان-طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود شرکت‌های گاز استانی، مهندسی و توسعه، انتقال گاز و شرکت‌های پالایش به ترتیب رتبه‌های اول تا چهارم را کسب نموده‌اند.

**جدول ۷- رتبه بندی گزینه‌ها**

| | |
|---|---|
| C۱ | ۰/۱۹۴۰۶۶۷۲۳ |
| C۲ | ۰/۳۹۸۸۷۶۱۸۱ |
| C۳ | ۰/۷۳۶۹۹۸۶۳۴ |
| C۴ | ۰/۵۴۵۷۱۲۱۹ |

**جدول ۸- رتبه بندی شرکت‌های گاز**

| | |
|---|---|
| گاز استانی | ۰/۷۳۶۹۹۸۶۳۴ |
| مهندسی و توسعه | ۰/۵۴۵۷۱۲۱۹ |
| انتقال گاز | ۰/۳۹۸۸۷۶۱۸۱ |
| پالایشگاه | ۰/۱۹۴۰۶۶۷۲۳ |




**نمودار ۲- نتایج حاصل از مدل TOPSIS برای رتبه بندی شرکت‌های گاز**

**بحث و نتیجه گیری**

در مجموع با در نظر گرفتن ۲۹ شاخص (۲۳ شاخص HSE و ۶ شاخص سختی کار) و با توجه به تفاوت در عملیات کاری واحدهای تابعه شرکت ملی گاز ایران، خصوصا اختلاف در میزان سختی کار که خودبخود میزان ریسک‌های سه گانه ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست را افزایش می دهد و بطور مستقیم و غیرمستقیم بر مقادیر امتیازهای کسب شده توسط این شرکت‌ها تاثیر می‌گذارد، شرکت‌های گاز استانی، مهندسی و توسعه، انتقال گاز و پالایشگاه‌های گاز حایز رتبه‌های ۱ تا ۴ شدند. در این رتبه‌بندی این ۴ شرکت مادر تخصصی که خود شرکت‌ها متعدد پایین دستی را تحت پوشش خود دارند، به ترتیب امتیاز ۰/۷۴، ۰/۵۵، ۰/۴۰ و ۰/۱۹ را از ۱ کسب نمودند.

آنچه که از این نتیجه کلی در نگاه اول جلب نظر می‌کند، اختلاف نسبتا زیاد امتیازهای کسب شده می‌باشد. زیرا همه این واحدها تحت یک نظام و سیستم مدیریت واحد اداره می‌شوند و لذا مشاهده اختلافات تقریبا ۲۰ درصدی در سطح مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست آن ها که ارتباط مستقیمی با مسایل جانی و مالی هنگفت پیدا می‌کند، موضوع کم اهمیتی نیست که به سادگی از کنار آن بتوان گذشت. شاید بتوان گفت که از مهم‌ترین مزایای این تحقیق روشن نمودن همین جنبه‌های مغفول مقوله HSE در مجموعه‌های بزرگ و گسترده مانند شرکت‌های مورد بحث باشد. اصولا حتی اگر نتایج این تحقیق را با یک احتمال ضعیف ارزیابی نموده و بپذیریم، آنگاه باید به برنامه‌های کلان و میان مدت خود در این حوزه توجه جدی نمود و آن ها را خصوصا در بخش بسیار با اهمیتی مانند پالایشگاه‌های گاز که از نظر امور ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست بسیار شکننده و آسیب‌پذیر هستند را مورد بازنگری جدی قرار داده و ضعف‌های موجود را که اتفاقا با بازبینی روند رتبه‌بندی در این تحقیق به صورت کلی قابل ملاحظه است را مورد تحلیل بیشتر قرار داده و راهکارهای جدی، اساسی و قابل اجرا را برای آن‌ها ارایه نمود.

البته یک نکته مهم در این رابطه را نیز نباید فراموش کرد، و آن اینکه گر چه شرکت‌های مادر ارزیابی شده در این بررسی متعلق به یک مجموعه مدیریتی بزرگ بنام شرکت ملی گاز ایران می‌باشند، لیکن دارای فرآیندهای کاری و فعالیت‌های صنعتی کاملا متفاوت می‌باشند. لذا مقایسه آن ها با هم، ممکن است از دقت و کارایی این مدل مقایسه بکاهد. به عنوان مثال فعالیت پالایشگاه‌های گاز نسبت به شرکت‌های گاز استانی بسیار متفاوت می باشد، و بدین لحاظ می‌توانیم نتایج حاصله را به صورت کلی و نسبی بپذیریم. البته در این مطالعه به علت تاثیر دادن ۶ شاخص سختی کار تا حدود زیادی این نقیسه تعدیل شده است، لیکن نتایج دقیق و روشن این ارزیابی زمانی در حداکثر دقت خود حاصل می‌شود، که این مقایسه و رتبه‌بندی را در بین شرکت های زیر مجموعه هر یک از گروه‌های ۴ گانه مورد مطالعه، انجام گردد. البته از نظر کاربردی بودن نتایج نیز این سری از نتایج می تواند انگیزش بیشتری را برای شرکت های مورد مطالعه ایجاد نماید تا نسبت به ارتقای سطح عملکرد و سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست خود تلاش بیشتری مبذول دارند تا از شرکت‌های هم‌طراز و رقیب پیشی بگیرند.

**تشکر و قدردانی**

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می دانند تا از همکاری و مساعدت شرکت ملی گاز ایران به عنوان حامی مالی و معنوی این تحقیق تقدیر و تشکر وافر نمایند.

**منابع**

۱. R.Shahkarami,H.Masine Asl, Development Health, Safety and Environment management system (HSE) model based on PMBOK standard for petrochemical projects, Third National Conference on HSE Managers and Specialists of the Ministry of Oil , Tabriz, Iran,۲۰۱۰

۲. Marsh & Mclennan, ۱۰۰ Larg Losses : A Thirty- Year Review of Property Damage Losses In the Hydrocarbon – Chemical Industries. Chicago , Illinois: M & M PC,۱۹۸۸

۳. A.Amini, Safety and risk management in the petrochemical industry, The first National Conference on Safety Engineering and HSE Management, ۲۰۰۵

٤. Hämäläinen P, Takala J & Saarela KL, Global Estimates of Fatal Work-Related Diseases. American Journal of Industerial Medicine ۵۰،۲۰۰۷, ۲۸-٤۱

۵. S.Iranzade,A.Borghian, Patterns of performance assessment, Fifth edition,Foruzesh publications,۲۰۰۹, Chapter I

٦. R.Javidi Sabaghian,M.Sharifi,H.Rajabi Mashhadi, Comparison of two methods in decision-making criteria , Fifth National Congress on Civil Engineering,۲۰۱۰,Mashhad,Iran

۷. Guang Yang, Wen Jie Huang, Lin Li Lei, Using AHP and TOPSIS Approaches in Nuclear Power Plant Equipment Supplier Selection, Key Engineering Materials (Volumes ٤۱۹ - ٤۲۰), Advanced Design and Manufacture II,۲۰۰۹

۸. Mui-How Phua, Mitsuhiro Minowa,A GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia, Journal of Landscape and Urban Planning, volume ۷۱, ۲۰۰۵,pp ۲۰۷-۲۲۲

۹. Tal Svoray, Pua Bar (Kutiel), Tsafra Bannet,Urban land-use allocation in aMediterranean ecotone: Habitat Heterogeneity Model incorporated in a GIS using a multicriteria mechanism, Journal of Landscape and Urban Planning, volume ۷۲, ۲۰۰۵,pp ۳۳۷–۳۵۱

۱۰. H.Rezvani,S.Mehdipour, Application of MADM fuzzy techniques for prioritizing products intended Mashhad Chinese factories,۲۰۰۹,Cheshmandaze Modiriat, volume ۳۱

۱۱. M.Asgharpour, Multi-criteria decision making, Fifth Edition, Tehran University Publications,۲۰۰۸, Chapter Three

۱۲. M.Momeni, New Topics in operations research, Tehran University Publications, ۲۰۰٦, Chapter I

۱۳. S.H. Zanakis, A. Solomon, N.Wishart, S. Dublish ,"Multi-attribute decision making: A simulation comparison of selection methods", European Journal of Operational Research ۱۰۷ ,۱۹۹۸, ۵۰۷–۵۲۹